オンシツコナジラミの生態と防除に関する研究

第5報　有効薬剤と薬剤施用方法の検討

中沢啓一・林　英明・細田昭男・那波邦彦

要　　約

中沢啓一・林　英明・細田昭男・那波邦彦（1978）：オンシツコナジラミの生態と防除に関する研究。第5報　有効薬剤と薬剤施用方法の検討。広島農試報告40：59～72

実験室内と温室において，32種類の薬剤のオンシツコナジラミに対する殺虫効果と薬剤の施用法について検討した。本種防除用登録農薬の中では，methidathion が最も優れた殺虫効果を示した。 phenthoate は若齢幼虫と成虫に有効で，chinomethionat は優れた殺卵性を有し，若齢幼虫にも有効であった。naled の殺虫効果は劣っていた。未登録農薬では，殺虫効果と薬害の面から有望な薬剤11種類を見出した。acephate 粒剤をキュウリの定植時に土壌施用すると，60日間はコナジラミの生息密度を抑制した。くん煙法，フローダスト法および煙霧法は成虫以外の態には無効で，液剤の多量散布の場合より防除効果が劣った。多発生条件下では，最も強い殺虫力をもつ薬剤を7日毎に3回散布しても，発生密度抑制効果は不十分であった。

I　緒　　言

侵入害虫オンシツコナジラミの発生は，1974年に広島県で初めて確認された[9]。本種は発見時には既に国内各地に定着して，多くの施設園芸作物に無視できない被害を与えつつあった[10]。それゆえ，新害虫防あつに使用できる薬剤の開発と登録が緊急の課題であった。著者らは，1974年11月から有効農薬の選抜試験に着手し，各種薬剤の殺虫効果について検討してきた。検討した薬剤の一部は，1976年12月にオンシツコナジラミ防除用農薬として登録され，実際に使用できるようになった。

現在我国で本種に登録されている農薬は5種類の化合物に限られている。さらに，これらは収穫前使用禁止期間が比較的長いため，果菜類の収穫期には防除ができず，コナジラミの対策に支障を来たしている。本種は卵から成虫に至るすべての態が連続的に発生し，ほとんどの薬剤はどれかの態に対して殺虫効果が劣るため，防除が困難な害虫である[16]。そのため，一作物の栽培期間中に数次にわたって薬剤の使用を余儀なくされる。一般に特定薬剤を頻繁に使用すると薬剤抵抗性の害虫を生じるが，オンシツコナジラミでも近年世界各地において，薬剤抵抗性系統の出現が報告されている[5,12,13]。日本においても，1975年には早くも，数種の有機りん剤に対する感受性が著しく低下している個体群の存在が報告された[4]。

信頼し得るオンシツコナジラミの防除体系を作るためには，(1)コナジラミのあらゆる態を防除できる薬剤のセットを揃えること，(2)果菜類の収穫期にも安全に使用できる薬剤を開発すること，(3)薬剤の交互使用によって薬剤抵抗性発達の回避をはかるため，化学的性質の異なったタイプの薬剤を揃えること，および(4)各種薬剤施用法の得失を明らかにしておくこと，が必要であるが，これらは未解決の問題として残されている。本研究ではこれらの問題の解決に寄与できる二，三の知見を得たので，ここに報告する。

II　材料および方法

供試薬剤は有機りん剤，有機塩素剤，カーバメート剤，ピレスロイド系薬剤，抗生物質，その他の殺虫剤，殺ダニ剤，および殺菌剤等32種類である。これらは，オンシツコナジラミが加害する主要作物の他の病害虫防除

用登録農薬，外国で本種防除用に推奨されているか，または有効性が報告されている薬剤，および開発中の薬剤の中から選んだ。供試濃度・薬量は，市販の薬剤は常用濃度・薬量とし，開発中の薬剤は製造会社の技術者の助言を得て決定した。

1. 室内における選抜試験

卵と幼虫に対する殺虫試験は次の方法によった。供試植物は，直径11cmのビニールポットに1本植えで育苗したインゲン（品種：矮性トップクロップ）およびキュウリ（品種：F_1山東四葉2号）を用いた。供試虫は，1974年に農業試験場のガラス室に発生した個体群（実験昆虫飼育用ガラス室で継続大量飼育した系統）を用いた。2葉期の供試植物を飼育箱に収容して，26±2℃，光条件18L－6Dの下で成虫を24時間放ち，産卵させた。供試植物は成虫を除去した後，コナジラミが日齢1日の白色卵，日齢5日の黒色卵，1・2齢幼虫，3齢幼虫および4齢幼虫の各所定供試態に発育するまでガラス室（12～38℃）で管理した。ポットはベッドに設置した防虫用大型寒冷紗ケージに収容し，供試植物の茎葉を濡らさないため自動給排水装置により灌水した。薬剤処理は通常の浸漬法により，コナジラミ寄生葉を1000mlの所定濃度液中で緩やかに動かしながら10秒間浸漬した。なお，供試薬が水和剤または水溶剤の場合は展着剤（新グラミン®32%）を水1000mlあたり0.2mlの割合で添加した。処理した植物は室内に静置して薬液が乾いた後，ガラス室の寒冷紗ケージ中にもどした。薬剤処理後7～10日目に実体顕微鏡下で供試虫の生死を判定した。試験は，1薬剤3反覆で，1975年7月と1978年7月に実施した。

成虫の試験は次の方法によった。供試植物として，直径7cmのビニールポットに1本植えで育苗したキュウリ（品種：F_1山東四葉2号）を用いた。2葉期の供試植物を10秒間浸漬処理し，処理後3時間，2日，4日，6日および8日目の各所定供試時期に達するまでガラス室の寒冷紗ケージ中で管理した。供試植物をプラスチック製ケージ（直径11cm，高さ25cm。上面に直径7.5cm，側面中央に2.5×7.5cmのテトロンゴース張り換気窓各1個，側面中央部に直径2cmのコルク栓どめ成虫放飼用小孔つき。下面はねじ込みふた）に収容し，オンシツコナジラミ成虫100～150個体を放飼した。ケージは26±2℃，70～80%RH，18L－6D条件の昆虫飼育室に置き，成虫放飼後24時間目に供試虫の生死を調査した。試験は1薬剤3反覆で，1975年と1976年の6月および1978年7月に実施した。

2 温室における防除効果試験

室内の選抜試験で殺虫効果の高かった薬剤について，ほ場における防除効果を検討した。薬剤施用法は液剤の多量散布，粒剤の土壌施用，フローダスト散粉，くん煙，および煙霧機による微量散布によった。試験方法の概要は第1表のとおりである。このうち，試験4は農業試験場のガラス室，試験6は20㎡の小型寒冷紗張りビニールハウス3棟で，その他の試験は東広島市西条町吉行の農家の独立したビニールハウス（450～500㎡）4棟で実施した。

Table 1. Methods of tests in glasshouses or plastic greenhouses.

Application method	Code no. of test	Crop (date of transplanting)[a]	Date applied (1st appl.)	Appl. rate[b]; Time(s)	Area × Replicates
High volume spray	1	Cucumber (Dec. 12)	Feb. 2, 1975	17ℓ ; 1	6m² × 3
	2	Cucumber (Dec. 12)	March 13, 1975	17ℓ ; 1	3m² × 4
	3	Tomato (June 10)	June 24, 1975	10ℓ ; 1	10m² × 2
	4	Fuchsia 30cm p.h.	June 11, 1976	3mℓ ; 3	pot ×10
	5	Tomato (mid-June)	Sept. 7, 1976	30ℓ ; 2	250m² × 1
	6	Cucumber (May 18)	June 9, 1977	20ℓ ; 3	20m² × 1
Soil treatment	7	Cucumber (Dec. 12)	Dec. 12, 1974	300/600g ; 1	10m² × 3
Floating dust	8	Tomato 160cm p.h.	Sept. 5, 1977	50g ; 1	500m² × 1
Smoking	9	Cucumber (mid-Dec.)	May 10, 1976	; 1	500m² × 1
	10	Cucumber (mid-Dec.)	May 20, 1976	; 1	500m² × 1
Ultra-low volume spray	11	Tomato 170cm p.h.	Oct. 22, 1976	40mℓ ; 1	450m² × 1
		Cucumber (Oct. 19)		7.6mℓ ; 1	500m² × 1

[a] p.h.=plant height at time of application.　[b] Application rate per are.

III 結　　果

1, 室内における選抜試験

実験室における各薬剤の殺虫力検定試験の結果を要約して第2表と第1図に示す。オンシツコナジラミの薬剤感受性は，孵化幼虫（徘徊期）＞1齢幼虫（固着期）＞成虫＞2齢幼虫＞3齢幼虫＞4齢幼虫（蛹前期）＞卵の順に高い傾向が見られた。しかし，各態に対する殺虫効果は，薬剤によってかなり異った。殺卵性を有する薬剤は少なかったが，卵期に処理された薬剤が残効性を示し，孵化した幼虫を殺す現象は多くの薬剤で認められた。この場合，日齢の若い卵より孵化期に近づいた卵に対し薬剤処理した方が効果が高くなる傾向があった。

複雑な殺虫特性の評価を簡単にするため，各態に対する殺虫効果を次の方法で記号化した。まず，室内実験で得られた補正殺虫率を便宜的に次の基準で分級した；

殺虫率の範囲	評　価	記号
100～91%	有効	A
90～71%	かなり有効	a
70～51%	やや有効	b
50～0%	効果不足	c

それぞれの評価記号を白色卵・黒色卵・1齢および2齢幼虫・3齢幼虫・4齢幼虫（蛹前期）・成虫の順に配列し，卵と幼虫，幼虫と成虫の境目にハイフンを入れた。卵期の評価は殺卵性と孵化幼虫に対する残効性を総合したものとしたが，真の殺卵性を有する場合は記号を括弧に入れた。成虫期の評価は，寄主植物を薬液に浸漬して当日供試した区の殺虫率をもって表示し，その記号に第1図の成虫殺虫率推移曲線から求めた50%殺虫臨界日を示す数字を添えて成虫に対する残効性の指標とした。

上記の表示法に従うと，供試薬剤の殺虫特性は次の通りである；

有機りん剤		
methidathion	WP	bA—AAA—A6
dialifor	EC	AA—AAc—c0
mecarbam	WP	c?—AA?—A4
pirimiphos-methyl	EC	cc—AAa—A2
salithion	EC	cc—Aac—A1＞
phenthoate	EC	cc—Abc—A3
malathion	EC	cc—ccc—A1＞
cyanophos	EC	cc—ccc—c0
dichlorvos	EC	cc—ccc—c0
naled	EC	cc—ccc—c0
phosvel	EC	cc—ccc—c0
thiometon	EC	cc—ccc—c0
有機塩素剤		
endosulfan	EC	AA—AAc—A1
その他の薬剤		
cartap	SP	cc—B??—c0
マシン油	EC	AA—AAa—a1
ピレスロイド系殺虫剤		
permethrin	EC	AA—AAA—A8＜
fenvalerate	EC	AA—AAa—A8＜
S—3206	EC	aA—AAA—A8＜
phenothrin	EC	bA—AAA—A4
殺菌剤		
mancozeb	WP	(AA)—Aac—b6
chinomethionat	WP	(AA)—Abc—b4
抗生物質		
milbemycins	EC	?A—A?a—?

有機りん剤の中で，methidathion (DMTP) はほとんどすべての態に有効で，成虫に対する残効性も長かった。dialifor（ジアリホール）も強い殺虫力を示したが，4齢幼虫と成虫には無効であった。mecarbam（メカルバム）の効果は，卵期を除いて優れていたが，キュウリの葉縁にネクローシスを生じた。pirimiphos-methyl（ピリミホスメチル）は若・中齢幼虫と成虫に，phenthoate (PAP) は若齢幼虫と成虫に有効であった。malathion（マラソン）は成虫にのみ有効であったが，残効性はきわめて短かった。cyanophos (CYAP)，dichlorvos (DDVP)，naled (BRP)，phosvel (MBCP) および thiometon（チオメトン）はすべての態に効果が劣った。

有機塩素剤の endosulfan（ベンゾエピン）は，4齢幼虫を除くすべての態に優れた殺虫効果を示した。

cartap（カルタップ）の効果は不十分であった。マシン油乳剤は卵期と2・3齢幼虫に有効であった。

ピレスロイド系殺虫剤の効果は各薬剤とも優れ，成虫に対する残効性も非常に長かった。permethrin（パーメスリン），fenvalerate (Sumicidin®) およびS—3206 ((±)α-cyano-3-phenoxybenzyl-2,2,3,3-tetra-methyl-cyclopropane-1-1-1-carboxylate) の効果は特に優れていたが，この3薬剤に比較すると，phenothrin（フェノトリン）の殺虫力はやや弱いとみなされた。permethrin とS—3206の成虫に対する残効性は，濃度段階0.02%と0.01%とでは，ほとんど差が無かった。しかし，fenvalerate の場合は，0.01%では効果がやや低下した。

Table 2. Toxicity of pesticides in dips to each stage of greenhouse whitefly (June–July)[a].

Pesticide			Rate of use (% a.i.)	Corrected % mortality at indicated stage at time of dips[b]							Adults[d]
				White eggs		Dark eggs		Nymphs (instar)			
				Ovicidal	Overall[c]	Ovicidal	Overall[c]	2nd	3rd	4th	
Cyanophos	50%	EC	0.05	0	0	0	1	15	18	6	15
Dialifor	40%	EC	0.04	0	97	0	99	86	99	48	46
Dichlorvos	50%	EC	0.05	0	1	3	13	2	8	0	12
Malathion	50%	EC	0.05	0	0	1	33	30	29	0	91
Mecarbam	25%	WP	0.05	8	49	—	—	99	100	—	100
Methidathion	36%	WP	0.036	0	70	2	99	99	91	84	100
Naled	50%	EC	0.05	3	20	2	25	9	40	8	22
Phenthoate	50%	EC	0.05	0	19	0	44	100	78	24	100
Phosvel	34%	EC	0.034	0	13	—	—	30	14	0	2
Pirimiphos-methyl	45%	EC	0.045	1	21	0	38	84	99	81	100
Salithion	25%	EC	0.025	2	8	0	15	92	77	8	99
Thiometon	25%	EC	0.025	0	0	0	21	12	9	1	6
Endosulfan	30%	EC	0.0375	0	100	0	100	99	98	36	99
Cartap	50%	SP	0.05	4	42	2	46	52	—	—	0
Petroleum oil	97%	EC	0.485	12	94	0	100	94	100	81	79
Fenvalerate	20%	EC	0.02	0	100	0	100	96	100	80	92
Permethrin	20%	EC	0.02	2	100	3	100	100	97	97	94
Phenothrin	25%	EC	0.025	1	55	7	91	100	96	74	(73)
S-3206	20%	EC	0.02	2	79	2	100	100	—	98	(100)
Chinomethionat	25%	WP	0.0125	87	100	95	100	92	24	0	61
Mancozeb	75%	WP	0.15	78	100	60	100	93	81	2	61
Maneb	75%	WP	0.15	—	—	—	—	60	—	0	93
Zineb	75%	WP	0.111	—	—	—	—	—	—	—	21
Milbemycins	5%	EC	0.005	—	—	0	97	93	—	71	—

[a] Summarized results of leaf-dipping tests conducted in 1975, 1977, and 1978.
No. individuals treated: adults ca. 120, others ca. 200; 3 replicates.
[b] % mortality corrected using Abbott's formula.
[c] Including residual effect to crawlers emerging from dipped eggs.
[d] Based on % mortality in case of casing adults on dipped cucumber 3 hours before casing.
Applied concentration was half of indication in case of parenthesized number.

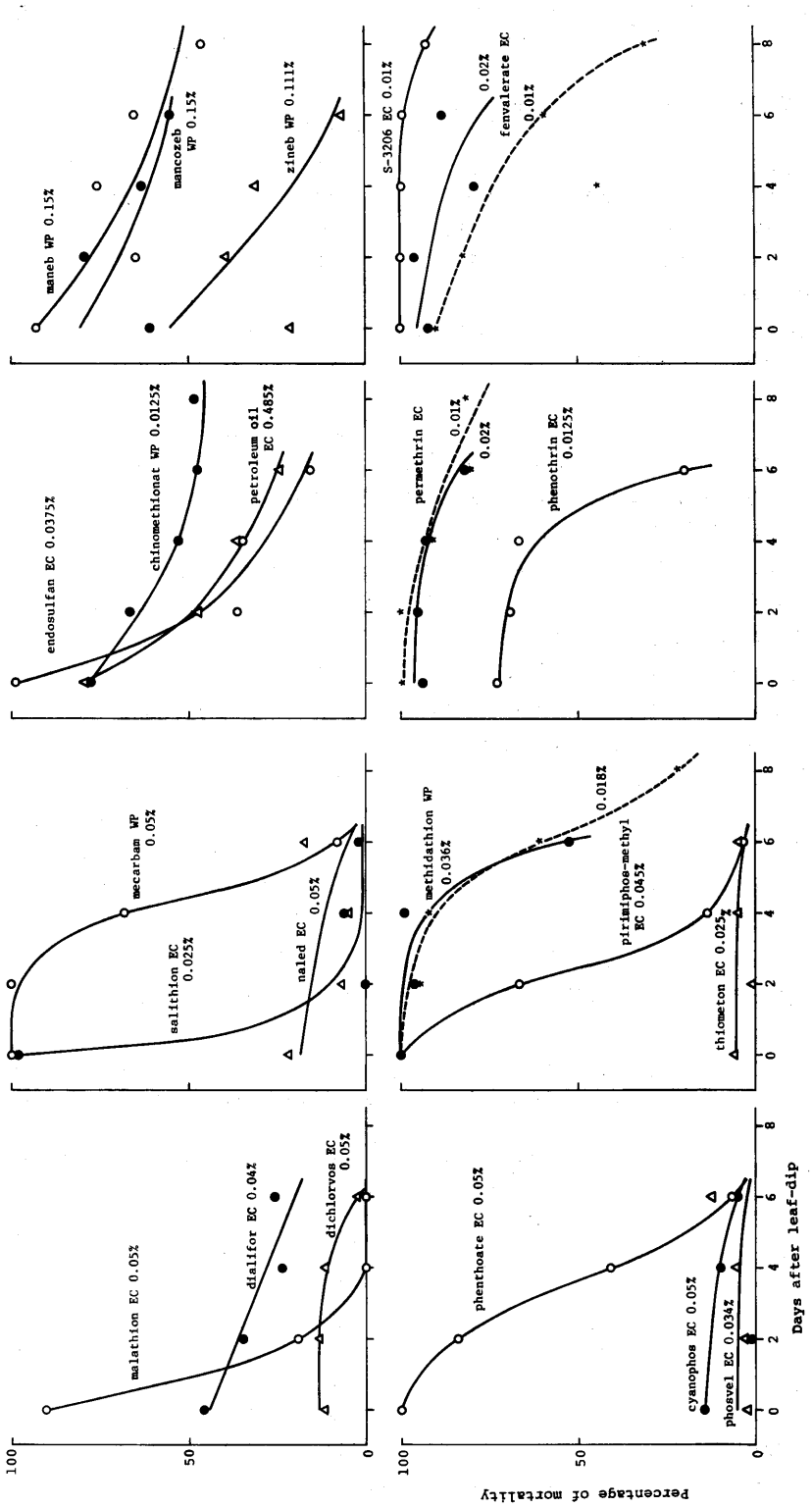

Fig. 1 Residual effects of pesticides in leaf-dips on greenhouse whitefly adults.

Table 3. *Test 1* — Reduction of infestation of whitefly adults on plastic greenhouse cucumbers by pesticide foliage sprays (February 1975).

Pesticide			Rate of use (% a.i.)	Mean no. adults per apical leaf[a]		Corrected % control[b]
				Pre-spray	1 day post-spray	
Dichlorvos	50%	EC	0.05	401	98	69
Methomyl	45%	WP	0.045	321	40	84
Chinomethionat	25%	WP	0.0125	303	106	56
Maneb	75%	WP	0.14	312	87	65
Check-untreated			—	255	201	0

[a] 3 replicates. Based on 10 leaflets sampled from the 4th leaf from the apex of each plant.
[b] % control corrected using Abbott's formula.

殺菌剤の chinomethionat（キノキサリン系，モレスタン®）と mancozeb（マンゼブ）は，高い殺卵効果を有する点で特異的であった。これら両剤は，若齢幼虫に対しても優れた効果を示した。成虫に対する効果はそれほど高くなかったが，残効性は比較的長かった。maneb（マンネブ）の若齢幼虫に対する殺虫力はやや劣ったが，成虫に対する残効性は長かった。 zineb（ジネブ）の成虫に対する効果は mancozeb や maneb より劣った。

抗生物質 milbemycins については，すべての態について試験できなかったが，黒化卵からの孵化幼虫に対する残効性と幼虫の殺虫力は優れていた。

2. 温室における防除効果試験

第3表（試験1）から第5表（試験3）に液剤の多量散布による成虫の防除効果を示した。いずれも，新成虫の羽化やハウス外からの侵入による成虫の補給がなく成虫密度は安定した条件であった。試験2（第4表）では無処理区は隣接散布区からのドリフトの影響を受け特に散布翌日の成虫密度が低下した。

成虫に対する防除効果が高かったのは，methidathion 水和剤，phenthoate 乳剤，pirimiphos-methyl 乳剤（0.0125および0.025%），endosulfan乳剤およびpermethrin 乳剤で，これらはすべて室内試験で優れた殺虫効果を示した薬剤であった。acephate（アセフェート）水和剤，dialifor 乳剤，malathion 乳剤，naled 乳剤，phosmet（PMP）水和剤，methomyl（メソミル）水和剤および chinomethionat 水和剤はやや良好な防除効果を示したが，malathion，naled，phosmet の3薬剤は残効性が無く，成虫の密度回復が早かった。dialifor と chinomethionat はやや遅効的であった。dichlorvos乳剤，pyridaphenthion（ピリダフェンチオン）乳剤，マシン油乳剤（トモノールS®）および maneb 水和剤の防除効果はかなり劣り，phosvel 乳剤，thiometon 乳剤および nicotin sulfate(硫酸ニコチン）乳剤の効果は

Table 4. *Test 2* — Reduction of infestation of whitefly adults on plastic greenhouse cucumbers by pesticide foliage sprays (March 1975).

Pesticide			Rate of use (% a.i.)	No. adults at indicated days after spray[a]			Corrected % control at post-spray (days)[b]	
				Pre-spray	1	4	1	4
Acephate	50%	EC	0.05	819	27	40	60	86
Malathion	50%	EC	0.05	669	37	135	73	41
Naled	50%	EC	0.05	641	29	282	78	0
Pirimiphos-methyl	45%	EC	0.045	681	12	29	91	88
Phosmet	50%	WP	0.05	929	35	118	81	63
Pyridaphenthion	40%	EC	0.04	680	147	81	0	65
Salithion	25%	EC	0.0125	773	6	74	96	72
Nicotine sulphate	50%	EC	0.05	709	130	248	10	0
Check-untreated			—	610	124	208	0	0

[a] 4 replicated. Mean no. on 3 apical leaflets/each of 10 plants.
[b] % control corrected using Abbott's formula.

Table 5. *Test 3* — Reduction of infestation of whitefly adults on plastic greenhouse tomatoes by pesticide foliage sprays (June 1975).

Pesticide		Rate of use (% a.i.)	No. adults at indicated days after spray[a]				Corrected % control at indicated days after spray[b]		
			Pre-spray	1	4	7	1	4	7
Cyanophos	50% EC	0.05	200	41	11	11	76	90	88
Dialifor	40% EC	0.04	287	133	22	20	46	85	83
Methidathion	36% WP	0.036	279	9	7	12	96	95	90
Phenthoate	50% EC	0.05	123	5	5	8	95	93	85
Phosvel	34% EC	0.034	235	219	136	156	0	0	0
Pirimiphos-methyl	45% EC	0.09	108	1	3	6	100	95	88
Salithion	25% EC	0.025	112	21	5	6	82	92	87
Thiometon	25% EC	0.025	352	206	180	137	32	3	8
Endosulfan	30% EC	0.0375	126	3	3	4	93	95	92
Petroleum oil	97% EC	0.485	209	76	65	72	58	41	18
Permethrin	20% EC	0.02	161	5	3	5	97	96	93
Chinomethionat	25% WP	0.0125	87	91	8	8	0	82	79
Check-untreated		—	361	311	189	152	0	0	0

[a] 2 replicates. Mean no. on 3 apical leaflets / each of 6 plants.
[b] % control corrected using Abbott's formula.

Table 6. *Test 4* — Reduction of infestation of whitefly adults, eggs, nymphs and pupae on potted fuchsia in glasshouse by 3 applications of foliage sprays at weekly intervals (1975)[a].

Pesticide		Rete of use (% a.i.)	Mean density of greenhouse whitefly on indicated date[b]						
			June 11	June 12	June 18	June 19	June 24	June 26	July 2
						Adults			
Phenvalerate	20% EC	0.01	151	68a	55a	32a	18a	9a	3a
Methidathion	36% WP	0.018	118	3a	16a	3a	26a	4a	0a
Check-untreated		—	121	240b	542b	776b	973b	964b	304b
						Eggs			
Phenvalerate	20% EC	0.01	69	—	35a	—	4a	—	6a
Methidathion	36% WP	0.018	35	—	13a	—	0a	—	0a
Check-untreated		—	48	—	190b	—	160b	—	101b
						Nymphs			
Phenvalerate	20% EC	0.01	83	—	4a	—	1a	—	0a
Methidathion	36% WP	0.018	99	—	9a	—	4a	—	0a
Check-untreated		—	65	—	41b	—	48b	—	122b
						Pupae			
Phenvalerate	20% EC	0.01	52	—	12a	—	4a	—	0a
Methidathion	36% WP	0.018	46	—	22b	—	9b	—	0a
Check-untreated		—	45	—	41b	—	13b	—	4a

[a] 1st application: June 11.
[b] Density of whiteflies: No. of adults per plant, No. of immature individuals per 3 leaflets sampled from upper, middle, and lower foliage. 10 replicates. Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level, LSD(q) test.

Table 7. *Test 5* — Control of whiteflies on plastic greenhouse tomatoes by 2 applications of methidation in foliage sprays (September 1976)[a].

Pesticide	Rate of use (% a.i.)	Mean density of greenhouse whitefly on indicated dates						
		Sept. 7	Sept. 8	Sept. 17	Sept. 18	Sept. 27	Oct. 6	Oct. 14
					Adults[b]			
Methidathion 36% WP	0.018	204	1	134	0	22	94	547
Check-untreated	—	351	86	489	97	496	3544	3995
					Eggs[c]			
Methidathion 36% WP	0.018	29	—	25	—	2	—	175
Check-untreated	—	37	—	256	—	192	—	2142
					Nymphs[c]			
Methidathion 36% WP	0.018	42	—	11	—	10	—	18
Check-untreated	—	49	—	45	—	80	—	198
					Pupae[c]			
Methidathion 36% WP	0.018	40	—	2	—	1	—	0
Check-untreated	—	24	—	11	—	15	—	21

[a] Applied on Sept. 7 and Sept. 17.
[b] Mean no. of adults per 2 leaflets sampled from upper and lower foliage / each of 20 plants.
[c] No. individuals per 60 leaf punch discs sampled from upper, middle and lower foliage of 20 plants.

Table 8. *Test 6* — Control of whitefles on plastic greenhouse cucumbers by 3 applications of foliage sprays at weekly intervals (June 1977)[a].

Pesticide	Rate of use (% a.i.)	Density of greenhose whiteflies on indicated date							
		June 9	June 10	June 17	June 18	June 24	June 25	July 1	July 12
					Adults[b]				
Permethrin 20% EC	0.01	32	0	7	1	7	2	4	30
Methidathion 36% WP	0.036	44	0	1	0	0	0	0	19
Check-untreated	—	5	43	56	83	55	55	37	190
					Eggs[c]				
Permethrin 20% EC	0.01	128	—	1	—	1	—	1	41
Methidathion 36% WP	0.036	26	—	0	—	0	—	0	120
Check-untreated	—	76	—	54	—	19	—	59	345
					Nymphs[c]				
Permethrin 20% EC	0.01	28	—	11	—	0	—	4	18
Methidathion 36% WP	0.036	24	—	5	—	3	—	1	10
Check-untreated	—	50	—	13	—	40	—	44	38
					Pupae[c]				
Permethrin 20% EC	0.01	0	—	0	—	27	—	6	1
Methidathion 36% WP	0.036	0	—	0	—	4	—	1	0
Check-untreated	—	0	—	0	—	4	—	12	28

[a] 20 adults per plant were released on May 26. 1st application June 9.
[b] Mean no. of adults on 3 apical leaflets / each of 15 plants.
[c] No. individuals on 45 leaf punch discs sampled from upper, middle and lower foliage of 15 plants.

Table 9. *Test 7* — Control of whiteflies on plastic greenhouse cucumbers with single soil treatment of granules of 3 systemic organophosphorous insecticides (1974—1975)[a].

Pesticide	Dosage treated (gr/are)	Density of each stage at indicated days after treatment[b]									
		Adults			Eggs			Nymphs			Pupae
		43	63	90	43	63	90	43	63	90	90
Acephate 5% G	300	51	56	538	22	23	161	0	9	63	50
	600	33	45	317	7	8	76	0	2	21	43
Dimethoate 5% G	300	204	238	1262	35	56	313	1	47	50	87
	600	287	188	941	103	21	381	0	15	78	102
Disulfoton 5% G	300	542	356	1522	176	87	527	1	35	94	201
	600	334	386	1897	72	208	586	0	29	136	172
Check-untreated	—	572	479	1480	73	91	376	6	57	30	90

[a] Hole treatment (planting trench) on Dec. 12.
[b] 3 replicates. Mean no. adults on 1 apical leaflet / each of 10 plants; no. immature individuals on 30 leaf punch discs sampled from upper, middle and lower foliage of 10 plants.

全く認められなかった。

試験4から試験6までは，これまでの諸試験で殺虫効果が最も高かった3種類の薬剤を選んで，多量散布による防除効果を検討した。試験4では，ポット植えのフクシァに多発したコナジラミを対象とした。phenvalerate 乳剤0.01%と methidathion 水和剤0.018%の7日間隔3回散布は，すべての態の密度をよく抑制し，優れた防除効果をあげた(第6表)。試験5では，トマトに多発生したコナジラミを対象とし，methidathion 水和剤0.018%を7日ごとに2回動力噴霧機で散布した。防除効果はかなり良好であったが，2回目の散布から半月後の生息密度はなお高かった(第7表)。試験6では，キュウリ定植後8日目に株当り成虫20頭を放飼し，methidathion 水和剤0.036%と permethrin 乳剤0.01%を放飼後14日目を第1回として7日ごとに3回，それぞれ散布した。両薬剤の効果はかなり良好であったが，ここでも最終散布から17日後の生息密度を十分には抑制することができなかった(第8表)。

試験7では，加温ハウスのキュウリを対象に，浸透性有機りん剤の土壌処理による防除効果を検討した。粒剤を定植時に植溝へ条施してコナジラミの寄生密度の推移を調査した。acephate 粒剤は処理後60日間各態の生息密度をよく抑えたが，90日後の密度はやや上昇し，特に幼虫密度が高くなった。防除効果は，処理薬量10アール当り6kgが3kgより優れた。dimethoate（ジメトエート）粒剤は密度抑制効果が劣り，disulfoton（エチルチオメトン）粒剤の効果は認められなかった（第9表)。

試験8では，フローダストの防除効果を検討した。生育後期のトマトに発生したコナジラミに対し，ビニールハウス（55m×9m）の入口2箇所から methidathion FD 15%を動力散粉機で散布した。薬量調整レバー最小絞り，エンジン回転数最高として，吐粉口をハウス入口

Table 10. *Test 8* — Control of whiteflies on plastic greenhouse tomatoes by methidathion FD (floating dust) dusting (September 1977)[a].

Chemical	Dosage used (gr/are)	No. adults at indicated days after dusting[b]			% mortality at indicated stage at time of application (11 days post-appl.)				
		Pre-count	1	9	Eggs	Nymphs (instar) 1st & 2nd	3rd	4th	Pupae
Methidathion 15% FD	50	34	0	10	1.6	4.0	3.1	1.0	0.0
		No. individuals exammined —			1119	1125	1057	1163	153

[a] Property of FD: particle size <5μ mostly, apparent specific gravity 0.1
Dusted at either doorway located at shorter sides of house (55×9m).
[b] Mean no. on apical leaflet / each of 80 plants.

Table 11. *Test 9* — Control of whiteflies on plastic greenhouse cucumbers by smoking endosulfan at two rates (May 1976)[a].

Smoking chemical	Dosage used gr. a.i./m³	No. adults at indicated days after smoking[b]			% mortality of whiteflies at indicated stage at time of application[c]					
					Eggs		Nymphs (instar)			Pupae
		Pre-smoking	1	10	White	Dark	1st & 2nd	3rd	4th	
Endosulfan 18%	0.09	203	51	42	0.0	0.9	6.8	5.4	1.3	0.5
	0.18	452	47	20	0.1	1.3	3.2	2.1	0.0	1.9

[a] Smoked in different detached greenhouses.
[b] Mean no. on 1 apical leaflet / each of 18 plants.
[c] No. individuals exammined : eggs ca. 400, nymphs ca. 150 and pupae ca. 100.

Table 12. *Test 10* — Control of whiteflies on plastic greenhouse cucumbers by two smoking chemicals (May 1976).

Smoking chemical	Dasage used gr. a.i./m³	No. adults at indicated days after smoking[a]				% mortality at indicated stage at time of application[b]					
						Eggs		Nymphs			Pupae
		Pre-smoking	1	5	11	White	Dark	1st & 2nd	3rd	4th	
Permethrin 10%	0.02	321	3	18	186	0.2	1.1	18.0	5.4	2.2	4.8
Propoxour	0.4	220	0	25	71	0.6	2.3	34.5	43.8	43.8	2.3

[a] Mean no. on 1 apical leaflet / each of 18 plants.
[b] No. individuals exammined : eggs ca. 2500, others ca. 1000.

Table 13. *Test 11* — Control of whiteflies on plastic greenhouse tomatoes and cucumbers by ULV sprays of two pyrethroids (October 1976)[a].

Pesticide	Dosage applied	No. adults at indicated days after application[b]					% mortality of whiteflies at indicated stage at time of spray[c]					
							Eggs		Nymphs (instar)			Pupae
	ml/are	Pre-spray	1	3	7	14	White	Dark	1st & 2nd	3rd	4th	
Phenothrin 25% EC	40.00	26	0	4	3	13	0.6	2.1	5.8	1.9	0.6	1.4
Permethrin 20% EC	7.56	11	1	1	1	12	*No exammination*					

[a] Machine used: Pulsfog K-2G. Sprayed at two entrances located at shorter sides of house.
Tested in detached greenhouses ; phenothrin pre-harvest stage tomatoes, permethrin 4-leaf cucumbers.
[b] Mean no. on 1 apical leaflet / each of 40 plants.
[c] No. of individuals exammined: eggs ca. 1100, small nymphs ca. 1100, large nymphs ca. 500, pupae ca. 150.

のすき間から差し込み，45°の角度を保ちながら左右に振って散布した。散布は午後6時に行ない，翌朝午前7時にハウスを開放した。methidathion FD の500g/10a散粉の成虫に対する効果は良好であった。しかし，卵・幼虫および蛹に対する殺虫効果はほとんど無く，そのため散布9日後の成虫密度はかなり回復した(第10表)。

試験9と試験10では，くん煙剤の防除効果を検討した。試験9ではキュウリに多発生したコナジラミを対象として，endosulfan くん煙錠（1錠60g，a.i. 18%）を2薬量で試験した(0.5g/m³：11箇所，1g/m³：20箇所)。両薬量とも成虫の防除効果は良好であったが，他の態には無効であった(第11表)。試験10では，生育中期のキュウリに多発したコナジラミを対象に，permethrin くん煙ロッド（直径2cm，長さ20cm，1本40g，a.i. 10%，有効揮散率70%）をハウス内6箇所で処理した。また別のビニールハウス(生育中期キュウリ)で，propoxur

(PHC) くん煙剤（44g a.i./鐘）を12箇所で処理した。両薬剤とも成虫に対し良い防除効果を示した。しかし，卵・幼虫および蛹に対する殺虫効果は，permethrin ではほとんど認められず，propoxur では幼虫の30～40%を殺したに過ぎなかった（第12表）。

試験11では煙霧機による微量散布の効果を試験した。煙霧機はブルスフォグ® K－2Gを用い，処理薬量（有効成分量）は多量散布の場合の使用量と同じにして，拡散剤（タマジェット®）300mℓ/10aを水で10倍に希釈して添加した。密閉したハウス（55m×9m）の入口から噴口だけを差し込み，1棟2箇所から半量ずつ処理した，噴口に近い株はビニールシートでしゃ蔽した。処理は午後6時に行ない，翌朝午前7時にハウスを開放した。phenothrin と permethrin は，ともに成虫に有効であったが，他の態には無効であった。

IV 考　　察

本試験では，まず室内試験で，オンシツコナジラミ各態に対する各薬剤の殺虫特性を明らかにした。しかし，本試験では浸漬法を採用したので，ほ場の多量散布に比較すると薬剤付着量はより多く，より均一な付着状態となっている。したがって，本試験で得られた殺虫効果は，ほ場の殺虫効果より過大評価の傾向を有すると考えられる。一方，成虫の試験には寄主植物のみを浸漬する方法を用いた。この方法は，ほ場で液剤を散布する際に作物体から一時飛び去り散布薬液から逃れる成虫や，散布後に羽化した新成虫に対する残効性を測定するのには適しているが，本法から得られた結果は薬液を直接虫体に処理した場合の効果とは幾分異なる可能性もある。しかし，本法による評価とほ場における成虫の防除効果とはかなり良く一致していた。

現在オンシツコナジラミに登録されている農薬は次の5種類である；methidathion 水和剤・乳剤，naled 乳剤，phenthoate 乳剤，isoxathion（イソキサチオン）乳剤，chinomethionat 水和剤。これらの中では methidathion の殺虫効果が最も優れ，各齢幼虫と成虫に対し強い殺虫力を有する。phenthoate は若齢幼虫と成虫に有効である。chinomethionat は殺卵効果が高く，若齢幼虫にも有効であったが，他の態に対する効果はそれほど良好でなかった。この結果は McClanahan の報告[8]とよく一致している。isoxathionについては試験できなかったが，本剤は主として若齢幼虫に有効とされている。登録農薬の間に見られる殺虫特性の差異は，コナジラミの防除計画をたてる際に十分考慮されなければならない。

dichlorvos，malathion および naled は，従来諸外国で本種の有効農薬として推奨され，最も広く使用されてきた薬剤である。しかし本試験の結果は，これらの薬剤がもはや実用的価値を有しないことを示している。1972年に，Wardlow[13]は malathion および DDT抵抗性個体群の存在を初めて報告した。イギリス東南部では，オンシツコナジラミの malathion 感受性系統の若齢幼虫に対する malathion のLC50は25ppm であったが，抵抗性比が102.8倍を示す個体群が見出されたのであった。その後，Wardlow らは malathion/DDT 抵抗性系統は他の有機りん剤や有機塩素剤に交さ抵抗性を示すこと，抵抗性比が10を越すとほ場における防除効果が低下し始めること，比較的新らしいピレスロイド系の殺虫剤である resmethrin 等に対してもある程度の耐性がついていること，および抵抗性個体群の出現頻度が年々上昇していることを報告している[14,15]。細田ら[4]は，東広島市個体群の薬剤感受性を検定して，malathion と dichlorvosの中央致死濃度がきわめて大きな値となっていることを明らかにした。本試験で dichlorvos，malathion および naled を含む数種類の有機りん剤の防除効果が劣ったのは，東広島市個体群が有機りん剤交さ抵抗性を獲得しているためと考えられる。

本種に未登録の薬剤の中で，殺虫効果が優れていたのは dialifor，mecarbam，pirimiphos-methyl，salithion，endosulfan，マシン油，phenothrin，fenvalerate，permethrin，S—3206 および mancozeb であった。しかし，dialifor は作物上での残留期間が非常に長いため，マシン油はほ場効果が劣るため，ともに実用性に欠けると思われる。mecarbam乳剤はトマト，ナスのアブラムシ，ハダニ類に登録（収穫前使用禁止期間14日，総使用回数4回以内）されているが，オンシツコナジラミに対しては methidathion（収穫前使用禁止期間14日，総使用回数3回以内）とほぼ同等の効果を有すると考えられる。本試験ではキュウリに対する薬害の軽減をはかる目的で水和剤を供試したが，薬害は乳剤の場合よりむしろ激しかった。イギリスとヨーロッパ諸国において本種の防除に推奨されている pirimiphos-methylの防除効果は，登録農薬 phenthoate よりやや優れている。本剤は低毒性で残留期間が短い薬剤であるから，将来我国でも登録されることが望まれる。十字花科野菜の食葉性害虫に登録されている salithion のコナジラミに対する効果は，phenthoate と同程度である。endosulfan は，

諸外国で本種の防除に最もよく使用されている薬剤の一つであるが，防除効果減退の現象も報告されている[5,12]。しかし，本試験では優れた殺虫効果が確認された。本剤はアブラムシやハダニ防除用薬剤として，キュウリ，ナス（収穫前使用禁止期間収穫前日まで，総使用回数3回以内）やトマト（収穫前使用禁止期間14日，総使用回数5回以内）に登録されている。ピレスロイド系殺虫剤は，いずれも殺虫効果がきわめて優れていたので，将来の実用化が期待される。Wardlow ら[15]は，permethrin が malathion/DDT 抵抗性個体群に対して優れた防除効果を持つことを明らかにしている。多くの野菜の各種病害に登録されている mancozeb はコナジラミに対し chinomethionat と同じ殺虫特性を有し，殺卵力に優れていた。maneb と zineb については詳細に検討できなかったが，Boyce[1]はこれらの殺菌剤がコナジラミの卵，幼虫および成虫に有効であることを報告している。

ほ場における試験では，主として室内試験と予備的なほ場の成虫防除試験で効果の優れていた数種の薬剤を供試して，薬剤施用方法と防除効果の関連を検討した。methidathion, phenvalerate および permethrin の多量散布は，総じて良好な防除効果をあげたが，発生密度の高い条件下では，最も殺虫力の強いこれらの薬剤を7日ごとに3回散布しても生息密度の抑制が不十分であった。このことは，作物の生育初期に，まだコナジラミの生息密度がかなり低いうちに薬剤散布を行なう必要のあることを示している。したがって，将来，発生初期に重点を置いた防除体系の可能性を検証する必要がある。

浸透性有機りん剤の土壌施用では，acephate 粒剤のキュウリ定植時植溝処理がかなりよくコナジラミの生息密度を抑制した。しかし，有効期間は処理後60日間で，定植時1回の処理では果菜類の長い栽培期間を通じて効果を持続できないので，異なった施用法や他の薬剤との組合わせによる防除体系などをさらに検討することが必要である。また，鉢物の観賞植物における有効性についても検討する必要がある。

methidathion を用いたフローダスト法，endosulfan, permethrin および propoxour を用いたくん煙法，phenothrin と permethrin を用いた微量散布法は，いずれも成虫に対して良好な防除効果をあげ得たが，卵・幼虫・蛹の各態に対する効果は不十分かまたは全く認められなかった。

フローダスト，くん煙，煙霧散布の諸方法は薬剤を微細な粒子，いわゆるエーロゾルとして空中に浮遊させ，最終的には温室内の空気の対流によって，薬剤を処理地点から室内全体に拡散せしめるものである。松本ら[6]は同じ原理の施用法である蒸散法をトマトに用いた場合，水平葉の裏面への薬剤付着量は葉表面の付着量の0.5%に過ぎず，きわめて少ないことを報告している。殺虫効果は，薬剤粒子の大きさに関係していることが知られている。Himel[3]によると，散布対象生物へ薬剤を付着させるための最適平均粒径は20μm程度である。フローダストの平均粒径は5μm以下であり，蒸散法で発生する薬剤粒子の粒度分布は1.7～3.4μmのものが最も多い[16]。煙霧機プルスフォグK－2Gを用い本試験の方式で微量散布した場合，発生する薬剤の粒子は5μm以下の粒径をもつものが大部分であるとされている。Mboob[7]はトマトに寄生したオンシツコナジラミを対象に rethmethrin と pirimiphos-methyl を78μmVMD（体積中位径）のミスト散布（Turbair Tot 2S）した場合と20μmVMDのエーロゾル散布（Micro-Gen HCS 1—2）した場合の殺虫効果を比較して，成虫には両方法とも100%の殺虫率を得たが，幼虫殺虫率は後者の方が高いことを認めた。Owens らは，ポインセチアのオンシツコナジラミの防除を目的として，rethmethrin を微量散布（Turbair Sprite ULV machine）する場合の処理方法と薬剤付着状態の関係を研究した。彼等の報告[11]によると，著者らがプルスフォグK2Gで行ったと同じ方法，すなわち温室入口から散布する方法で処理した場合，葉裏に付着した薬剤の平均粒径は3～6μmMMD（重量中位径）で，葉裏における単位面積あたり付着量はどの葉位においてもきわめて少ないことが示されている。彼等は，煙霧機の噴口部を作物葉群に30～45cmまで近づけて，時計針と逆方向に回転させ，温室の通路を約1m/秒の速度で歩きながら処理することによって，ポインセチアの各葉位への薬剤は付着量が最大になることを認め，ポインセチアのオンシツコナジラミ防除における最適粒径範囲は15～25μmMMD であり，葉裏における最大付着量を得るためには機械的な空気吐出によって葉群間隙に空気の環流を作り出すような処理法が必要であると結論している。これらの事実から，本試験において，フローダスト法，くん煙法および煙霧（ULV）法がいずれも成虫以外の態に無効であった原因は，これらの処理法ではオンシツコナジラミが寄生する葉裏に薬剤が十分付着しなかったことと，平均粒径が最適粒径よりかなり小さかったことによると考えられる。

French ら[2]は，本種に対し malathion 乳剤を散布した場合は良好な防除効果が得られるが，同薬剤を煙霧法やエアゾル法で処理した場合は効果が劣ることを認めている。Smith ら[12]は，オンシツコナジラミの防除において，多量散布法によって最も良い防除効果が得られる

が，大規模な温室ではエアゾル法，ミスト法，くん蒸法等が用い易いとしている。本試験で検討したフローダスト法，くん煙法および煙霧法は，温室を開放しない晩秋から早春の期間には非常に省力的な方法であるが，防除効果をあげるためには多量散布の場合より頻繁な処理が必要となる。

V 摘　　要

オンシツコナジラミに有効な農薬の選抜と薬剤使用方法の検討を行うため，室内試験およびほ場試験を実施して次の結果を得た；

1）オンシツコナジラミ防除用登録農薬のうち，methidation 水和剤は幼虫と成虫に有効で，殺虫効果が最も優れていた。chinomethionat 水和剤は殺卵効果が高く，若齢幼虫にも有効であったが，大きな幼虫や蛹には無効で，成虫に対する効果もやや劣った。phenthoate 乳剤は若齢幼虫と成虫に有効であった。

2）本種に未登録の農薬で，殺虫効果と薬害の面から実用的価値を有すると考えられた薬剤は，有機りん剤では mecarbam, pirimiphos-methyl, salithion, カーバメート剤では propoxur，有機塩素剤では endosulfan，ピレスロイド系殺虫剤では fenvalerate, permethrin, phenothrin, S—3206，殺菌剤では mancozeb，抗生物質では milbemycins であった。

3）dichlorvos, malathion, naled ほか数種の有機りん剤の効果は低く，実用的価値を持たなかった。これは，有機りん剤交さ抵抗性の発達に関連していると考えた。

4）コナジラミの多発生条件下で，methidathion, fenvalerate および permethrin を7日ごとに3回多量散布すると良好な防除効果が得られたが，生息密度の抑制はなお不十分であった。このとから，発生初期に重点を置いた防除体系の検討が必要であると考えた。

5）キュウリの植付時に acephate 粒剤 3 kg/10 a または 6 kg/10 a を土壌施用すると，処理後60日間コナジラミの生息密度を抑制したが，その後の効果は十分ではなかった。dimethoate 粒剤と disulfoton 粒剤は無効であった。

6）methidathion FD の散粉，endosulfan, permethrin，および propoxur のくん煙，phenothrin と permethrin の煙霧機による微量散布等は，成虫に対し優れた防除効果を示したが，卵・幼虫・蛹の各態には無効であった。

謝　　辞

本研究は農林水産省総合助成研究の一環として行なった。関係各位に対し深甚の謝意を表する。本研究において，常に助言と鞭撻を賜わった当場病害虫部中村啓二部長に深謝する。この研究で使用した薬剤のほとんどは，多くの製造会社から提供していただいた。日本特殊農薬株式会社，住友化学株式会社および Murphy Chemical LTD. の各社には特別な製剤の提供を依頼した。多くの御好意に対し厚く御礼申し上げる。

引 用 文 献

1）Boyce, H.R.: 1961. Proc. Ent. Soc, Ont., 92: 197–200.

2）French, N., F.A.B. Ludlam and L. R. Wardlow: 1973. Pl. Path., 22: 99–107.

3）Himel, C.M.: 1969. J. Econ. Ent., 62 (4): 919–925.

4）細田昭男・那波邦彦・中沢啓一・林英明：1976. 広島農試報告，37：63—68.

5）Láska, P.: 1975. Sborník ÚVTI-Ochrana Rostlin, 11 (4): 307–313.

6）松本恭昌・芳岡昭夫・瀬崎滋雄：1973. 奈良農試研報，5：48—59.

7）Mboob, S.S.: 1975. Pl. Path., 24: 158–162.

8）McClanahan, R.J.: 1970. J. Econ. Ent., 63 (2): 599–601.

9）中村啓二・中沢啓一・乗越要：1975. 植物防疫，29 (1)：7—10.

10）中沢啓一：1978. 遺伝，32 (10)：73—80.

11）Owens, J.M. and C.W. Bennett: 1978. J. Econ. Ent., 71 (2): 353–357.

12）Smith, F. F., A.K. Ota and A. L. Boswell: 1970. J. Econ. Ent., 63 (2): 522–527.

13）Wardlow, L. R., F.A.B. Ludlam, and N. French: 1972. Nature, 239: 165.

14）——・——・and R.P. Hammon: 1975. Ann. Appl. Biol., 81: 433–435.

15）——・——・and L.F. Bradley: 1976. Pestic. Sci., 7: 320–324.

16）Webb, R., F.F. Smith, A.L. Boswell, E.S. Fields, and R.M. Waters: 1974. J. Econ. Ent., 67 (1): 114–118.

17）芳岡昭夫・瀬崎滋雄・田和稠司：1972. 奈良農試研報 4：48—66.

Studies on the Biology and Control of the Greenhouse Whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood)

5. Insecticide screening for controlling greenhouse whitefly

Keiichi NAKAZAWA, Hideaki HAYASHI, Akio HOSODA and Kunihiko NABA

Summary

In 1974, occurrence of the greenhouse whitefly in Japan was recognized for the first time in Hiroshima Prefecture. However, the whiteflies had been widespread almost everywhere in the country at that time. Growers were perplexed at the absence of registered insecticides for controlling the newly invaded insect pest in a serious situation of its economic importance. Although now we have five registered chemicals, it is essential that more chemicals will be registered in order to (1) perform more reliable control programe, (2) to use chemicals at harvest time of fruit vegeables safely, and (3) to evade the occurring of insecticide resistant populations by rotational applications of different kinds of chemicals. The authors carried out laboratory and greenhouse experiments during 1974 to 1978 to assess the efficiency of pesticides against the greenhouse whitefly. Results obtained are summarized as follows:

1) In laboratory tests using the leaf-dipping technique, methidathion WP was the most effective insecticide out of four registered chemicals tested, adults and all instar nymphs being killed. Phenthoate EC killed adults and small nymphs. Chinomethionat WP had excellent ovicidal effect and was toxic to small nymphs, but effect on adults was moderate. Naled EC had no effects on all stages of the whitefly.

2) Among unregistered pesticides for the whitefly, mecarbam, pirimiphos-methyl, salithion, propoxur, endosulfan, fenvalerate, permethrin, phenothrin, S-3206, mancozeb and milbemycins were thought to have potential values from the results of laboratory and greenhouse tests. Four synthetic pyrethroids were particularly effective against adults and nymphs. Mecarbam WP was phytotoxic to cucumber leaves, causing marginal necrosis.

3) Several organophosphorous insecticides including dichlorvos, malathion and naled had poor effects against all stages of the whitefly, probably because of cross-resistance.

4) Under heavy infestation, three applications of methidathion EC, fenvalerate EC or permethrin EC by high volume foliage sprays at weekly intervals gave good control, but considerable recovery of whitefly density was observed. Consiquently, insecticide applications at early stage of infestation should be recommended.

5) In trials on soil treatments of three systemic insecticides, acephate granules applied to cucumber seedlings at the rate of 600g per are suppressed well whiteflies for two mouths, but the final control was rather insufficient. Dimethoate granules and disulfoton granules had little effect upon infestation of whitefly.

6) Dusting of methidathion FD (micronized floating dust), smoking of endosulfan, permethrin and propoxur, and fogging of phenothrin or permethrin (ULV spray) gave good control of adults, but were ineffective or insufficient against immature stages.